الإليكترونات فى خط الرؤيه ، وهى معروفه ولكن بطريقه غير دقيقه. كذلك فإن هذه القياسات تستنتج مجال مغناطيسى بين نجمى له نفس القدر. ومن المحتمل أن تكون المجالات المغناطيسيه البين نجميه ناشئه من الحركة الإضطرابيه للسحب الغازيه المتأينه ، أى المكونه للبلازما ؛ حيث تتسبب الإختلافات المحليه من درجة الحرارة وكثافة الإليكترونات فى مرور تيارات كهربائية على غرار ما يحدث على سبيل المثال عند تلامس مادتين مختلفتين أو كتيار حرارى فى حالة درجتى حرارة مختلفتين فى موصل. وهذه التيارات تتسبب بالتالى فى مجال مغناطيسى ضعيف. وخطوط المجال «متجمدة» فى البلازما ، أى أنها تؤخذ مع حركة البلازما وفى أثناء ذلك يتغير شكلها وتسحب فى الطول. ومثلما يحدث فى أثناء مد شريط مرن فإن ذلك يتطلب شغلاً تتحول بموجبه طاقة الحركة إلى طاقه مغناطيسيه ويقوى بذلك المجال المغناطيسى. وتظل هذه التقويه حتى تتساوى الطاقة المغناطيسيه مع طاقة الحركه. ويحدث تجمد الخطوط المغناطيسيه من أن البلازما تتحرك سريعة نسبيا أما المجال المغناطيسى فيتحرك فقط ببطئ بتأثير البلازما. وفى حالة تمدد سريع للمجال المغناطيسى تنتج فى البلازما تيارات توصيل تعمل على إيقاف التغيير. وبذلك فإن الخطوط المغناطيسيه تؤخذ مع البلازما فى حركتها ، لأنها لايمكنها الرجوع بسرعة كافيه إلى مكانها الأصلى.

المجرات الأقزام

dwarf galaxies
galaxies naines *(pf)*
Zwerggalaxien *(pf)*

تسميه يرمز بها إلى ← المجموعات النجوميه الصغيره الموجوده خارج مجرة سكة التبانه.

مجرات زايفرت

seyfert galaxies
galaxies de Seyfert *(pf)*
Seyfertgalaxien *(pf)*

هى مجموعات نجوميه غير مجريه (خارجيه) لها نواه صغيره ولامعه تمتد إلى ١٠٠ بارسك ويوجد فى طيفها خطوط إنبعاث عريضه. ومن عرض خطوط الإنبعاث والإزاحة الدوبلريه لها (← ظاهرة دوبلر) يمكن إستنتاج درجات حرارة عاليه وسرعات تمدد كبيره لغاز النواه. ينبعث من مجرات زايفرت أيضا إشعاع راديوى ، وإن كانت شدته غير ثابته. وقد أمكن أيضا الإستدلال على تغير فى النطاق البصرى من طيف مجرات زايفرت. وتتفق الخصائص المميزه لهذه المجرات أساسا مع الأجسام الشبيهه بالنجوم لدرجة تجعل الإحتمال كبير أن تكون هذه المجرات عبارة عن حلقة وصل بين كل من المجموعات النجوميه العادية من جهه والأجسام الشبيهه بالنجوم والمنابع الراديويه من جهة أخرى.

سميت مجرات زايفرت بهذا الإسم تبعا للفلكى «زيفرت» الذى نبه إلى خصائص هذه المجموعات النجوميه.

المجرات المتلاصقه

contact galaxies
galaxies en contact *(pf)*
Kontaktgalaxien *(pf)*

هى مجموعة من ← المجموعات النجوميه الخارجيه.

مجره

galaxy
galaxie *(sf)*
Galaxie *(sf)*

وجمعها مجرات. كانت تدل على ← سكة التبانه أما حديثا فتستخدم للدلاله أيضا على المجموعات النجوميه الأخرى. وكلمة المجره ، معرفة ، تعنى مجرة سكة التبانه غالبا.

المجره الراديويه

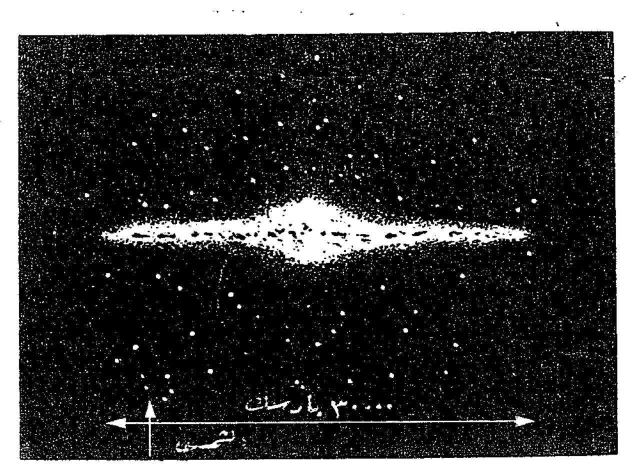
radiogalaxy
radiogalaxie *(sf)*
Radiogalaxie *(sf)*

هى مجموعة نجوميه خارجيه ذات إشعاع راديوى قوى جدا ، ← منبع راديوى.

مجرة سكة التبانه

milky way galaxy
voie lactée *(sf)*
Milchstrassensystem *(sn)*

مجموعة نجومية تنتمى إليها مجموعتنا الشمسية ومعها الأرض وحوالى ١٠٠ بليون نجم آخر وكذلك كميات كبيرة من مادة ما بين النجوم . ومن النجوم ما هو منفرد أو مزدوج وما هو عديد . كما أن النجوم تكون كذلك حشودا نجومية . جميع هذه الأجسام تكون ما يشبه قرص له نواه مركزية تزيد فيها كثافة النجوم عن مناطق الحافة . تبدو مجموعة سكة التبانه ، كما نراها فى الشكل ، بالنسبة لمشاهد خارج المجموعة وذلك لو نظر إليها من الحافه (قارن بالمجموعات النجومية فى اللوحة ١٥) . وتلتوى الأجزاء الخارجية حول النواه مكونه أذرع لولبيه تتكون من نجوم وحشود مجرية ومواد بين نجوميه .



١ الشكل المتوقع لمجرة سكة التبانة بالنسبة لمشاهد يطل فى إتجاه مستوى المجره . وتمثل النقط الكبيرة حشوداً كروية بينما النقط الصغيرة المنعزلة تدل على نجوم RR السلياق .

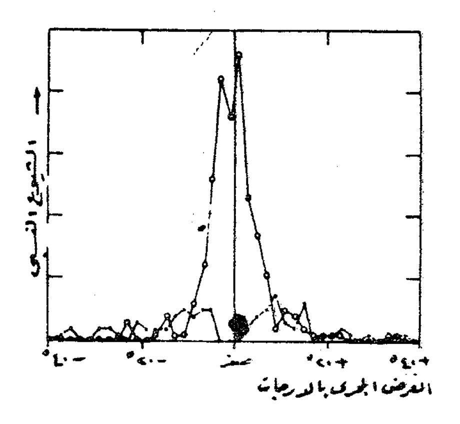
وتتواجد الشمس وما يتبعها من الكواكب داخل مجره سكة التبانه بالقرب من مستوى التماثل أو مستوى المجره ، ولكن إلى الخارج بعيدا عن النواه . وترى جميع النجوم من الأرض مسقطة على الكره السماوية ، الشئ الذى يتسبب فى ظاهرة سكة التبانه الضوئية المعروفة . (إسمى مجموعة سكة التبانه أو مجموعة الطريق اللبنى أتيا من ظاهرتى سكة التبانه أو الطريق اللبنى على التوالى) .

إن البحث فى الشكل والتركيب الداخلى للطريق اللبنى معقد جدا لأن أى راصد على الأرض يوجد فى داخل المجره . علاوة على ذلك فإن هذا الراصد يرى فقط ١٥٪ من المجموعة بوضوح أما الأجزاء الباقية فهى مختفية خلف المادة الغير نجمية التى تمتص الضوء . لهذا فإن معلوماتنا عن مجرة الطريق اللبنى ناقصة جدا والشئ المؤكد فيها هو فقط ما نعرفه عن المنطقة المجاورة للشمس . ومن سمات دراسة التركيبات الكبيرة أن النجوم والأجسام الأخرى مثل الحشود النجمية وسحب مادة ما بين النجوم لا تعتبر أجساما قائمة بذاتها وإنما أعضاء فى جماعة كبيرة ، بحيث تنطبق عليها أساسا الطرق الإحصائية . لذلك فقد حصلنا على أهم النتائج من الإحصاء النجمى . وحديثا زاد الفلك الراديوى والدراسات الفردية لأجسام معينة من معلوماتنا عن التركيب الحلزونى لمجرة الطريق اللبنى بدرجة كبيرة وقد إتضح عموما أن مجرتنا لها نفس البناء والتركيب مثل ← مجموعة نجومية من النوع Sb .

الجمهرات والأبعاد : يعتمد التوزيع الظاهرى للنجوم فى السماء من ناحية على توزيعها فى الفضاء ، ومن ناحية أخرى على مكان الرصد أى على مكان المجموعة الشمسية بما فيها الأرض ، كنقطة الرصد فى المجره . ومن توزيع النجوم الظاهرى فى السماء فإننا نحاول إستنتاج توزيع النجوم فى الفضاء ومكان الشمس فى مجموعة سكة التبانه. وليست الأنواع المختلفة من النجوم موزعة بالتساوى فى داخل الطريق اللبنى وإنما يمكن فى الغالب التحقق من أن أنواعا معينه من النجوم ، مثل أنواع طيفية بذاتها ، أكثر شيوعا فى مناطق معينه من سكة التبانه ، بينما هى أقل شيوعا فى مناطق أخرى . وتقسم الأجسام التى توجد فى مناطق محدده جدا من الطريق اللبنى ـ كما توجد فى مناطق مناظرة تماما فى المجموعات النجومية الأخرى ـ

إلى جمهرات . ومن دراسة نجوم النوع الطيفى O وكذلك تجمعات O فإننا نجد أن هذه الأجسام توجد ، وبدون شذوذ ، مباشرة بالقرب من مستوى تماثل المجره . وتتركز كل من متغيرات دلتا قيفاوى والحشود النجومية المفتوحة وكذلك نجوم فوق العالقة بدرجة مماثلة بالنسبة لمستوى تماثل المجره . كل هذه النجوم تتميز بإنتمائها إلى الجمهرة الأولى المتطرفة . أما نجوم النوع الطيفى A التى تنتمى إلى الجمهرة الأولى الأكبر سنا فتتواجد على أبعاد أكبر من مستوى تماثل المجرة عن نجوم النوع الطيفى O . يبدو ذلك جليا فى التوزيع الظاهرى للنجوم على القبة السماوية حيث نجوم A لها فى المتوسط عرض مجرى أكبر من نجوم O ، إلا أن نجوم A لازالت تحتشد أيضا فى العروض المجرية الدنيا ويقل عددها بسرعة فى إتجاه قطب المجره . وعلى كل فإن نجوم A موزعة على منطقة أكبر من منطقة توزيع نجوم O ، ومن هنا فإن نجوم A تمثل مجالا أكبر للبحث فى الطريق اللبنى عن نجوم O . هناك أيضا جمهرة القرص الفرعية مجموعة أكثر إتساعا ينتمى إليها كل من السدم الكوكبيه والنجوم المتجدده (النوفا) ونجوم RR – السلياق ذات التغيير الضوئى الأقصر من ٠٫٤ يوم وكذلك الجزء الأكبر من نجوم F إلى M . كما تنضم الجمهرة الفرعية كذلك الجزء الرئيسى من النجوم فى نواة المجره . أما الجزء الآخر من مجموعة سكة التبانه فيتكون من الحشود الكروية ونجوم RR السلياق ذات طول الدوره الأكبر من ٠٫٤ يوم . هذا الجزء كروى الشكل تقريبا فى شكله الخارجى كما أنه يحيط على شكل هالة بالمجره الأساسية والتى تحدد ملامحها بجمهرة القرص . لهذا السبب فإن الجمهرة الثانية المتطرفه ، التى تضم كلا من الحشود الكروية ونجوم RR السلياق تسمى أيضا جمهرة الهالة . ولأجسام جمهرة الهالة تركيز أقل بالنسبة لمستوى المجره وعليه فإننا نجد أجسام هذا النوع موزعة تقريبا بإنتظام فى جميع العروض المجرية . وتتداخل الجمهرات النجومية حيث يمكن أن نجد أجسام من جمهرة الهالة والجمهرات الأخرى بالقرب من مستوى المجرة .

ليست مادة ما بين النجوم بشكلها الغازى والترابى موزعة بإنتظام فى مجرة الطريق اللبنى وإنما يزيد تركيزها فى إتجاه مستوى المجره مثل نجوم O ، أى أنها تنتمى بذلك إلى الجمهرة الأولى المتطرفة . ويبدو الجزء الترابى من هذه المادة واضحا فيما نراه بالعين المجردة من مناطق خالية من النجوم فى العروض المجرية المنخفضة وكذلك فى التقسيم الظاهرى لحزام الطريق اللبنى إلى قسمين خلال كوكبات الدجاجه والعقاب والحويه والقوس ، حيث أن المادة الترابيه تمتص الضوء القادم من خلفها . ويأتى كذلك ما هو واضح فى الشكل ٢ من نقص عدد الحشود الكروية والمفتوحة بالقرب من خط إستواء المجره نتيجة للإمتصاص الذى تحدثه مادة ما بين النجوم تماما مثل غياب المجموعات النجومية الخارجيه فى ← المناطق الخالية من السدم . يعد الهيدروجين أكثر العناصر شيوعا فى مادة ما بين النجوم . وهو بالقرب من النجوم الساخنة (نجوم O أو Bo حتى B_2) فى حالة متأينه . وسحب هذا الغاز المتأين (مناطق HII) تقع فى كل من النطاق

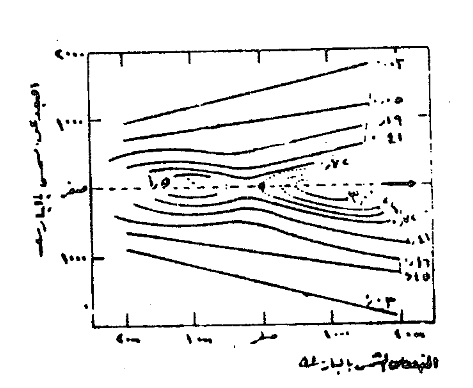


٢ توزيع كل من الحشود الكروية (.) والمفتوحة (O) مع العرض المجرى . ويلاحظ أن الحشود الكروية موزعة بدرجة متساوية تقريباً على العروض المجرية المختلفة بينما تتزاحم الحشود المفتوحة أكثر قريباً من مستوى المجرة .

البصرى والراديوى وبذلك يمكن إكتشافها . أما مناطق الهيدروجين المتعادل (مناطق HI) فيمكن الإحساس بها فى النطاق البصرى من الطيف وذلك بما تحدثه من إمتصاص إضافى فى ضوء النجوم خلال طريقة إلينا . وفى النطاق الراديوى ترسل مناطق HI خط إنبعاث بطول موجة حوالى ٢١سم . وهذا الخط عظيم الأهمية وخصوصا فى دراسة الأذرع اللولبية لمجرة الطريق اللبنى (انظر بعده) .

بالتدقيق فى إعتماد عدد النجوم فى وحدة المساحة على الطول المجرى نجد أن هناك إحتشادا منتظم (لكل أنواع النجوم) فى إتجاه كوكبات الترس والقوس والعقرب بينما فى الإتجاه المضاد يوجد عدد أقل من النجوم بدرجة واضحة والعدد الكبير من النجوم فى إتجاه الأطوال المجَّريه ٣°، ٢٠° (بقيمة متوسطة صفر°) ، يأتى من وجود نواة المجره ، التى تتميز بكثافة نجومية كبيرة فى هذا الإتجاه . وبالنسبة لراصد فوق سطح الأرض فإن مركز مجرة سكة التبانه غير ممكن الرؤية ، حيث تتجمع سحب داكنه وكبيرة فى هذا الإتجاه . ويمكن فقط دراسة هذه النواه بالإرصاد فى الموجات تحت الحمراء متطرفة الطول .

يمكن الحصول على تركيب الطريق اللبنى بالقرب من الشمس وذلك برسم كثافة النجوم فى جميع الأنواع الطيفية مع البعد عن الشمس ثم نوصل جميع النقط ذات الكثافات المتساويه ، فنحصل بذلك من الشكل على سطوح متساوية الكثافة . ويمثل شكل ٣ قطاعا خلال مجموعة السطوح عمودى على مستوى الطريق اللبنى وفيه تم تمييز كل من موقع الشمس وإتجاه مركز المجره . يتضح من الشكل الإخفاء الحادث فى الطريق اللبنى ناحية المركز وكذلك تماثل المجموعة بالنسبة لمستوى الطريق اللبنى . ونرى أيضا التشويه الحادث فى السطوح متساوية الكثافة عند المسافات البسيطة من مستوى الطريق اللبنى ، الشئ الذى يؤدى إلى إستنتاج وجود تأرجحات فى الكثافة على المستوى

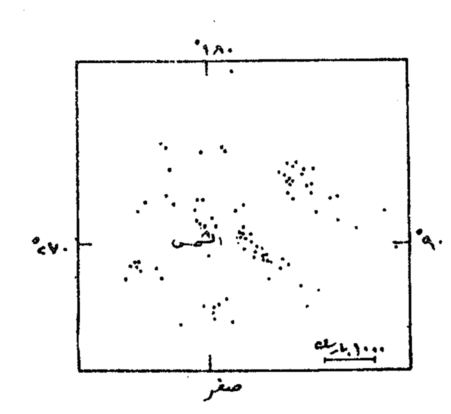


٣ مقطع عمودى على مستوى المجره ماراً بكل من الشمس (○) ومركز المجرة . وتعطى الأعداد على الخطوط المتساوية فى الكثافة النجومية تلك الكثافة مقدرة بوحداتها فى المنطقة القريبة من الشمس . ويشير السهم الى اتجاه مركز سكة التبانة .

الكبير . وهذه الإختلافات فى كثافة النجوم يمكن أن تأتى نتيجة لوجود الأذرع الحلزونية .

يبلغ سمك حزام الطريق اللبنى ، والذى يتحدد بأفراد الجمهرة الأولى وجمهرة القرص ، حوالى ٥٠٠٠٠ بارسك . ونحصل على قطر سكة التبانه فى مستوى المجره بتعيين مسافات الأجسام المختلفه من الشمس فى جميع الإتجاهات . ويتضح أن المجموعات الفرعيه من الجمهرة الأولى وكذلك جمهرة القرص لها نفس الإمتداد ؛ ويبلغ القطر فى هذا المستوى حوالى ٣٠٠٠٠ بارسك كما يبلغ قطر جمهرة الهالة ٥٠٠٠٠ بارسك .

لا توجد الشمس فى مستوى المجره تماما . يتضح ذلك من أن عدد النجوم فى العروض المجريه الجنوبيه أكبر بوضوح ، خصوصا بالنسبه للجمهرة الأولى المتطرفه ، عما هو عليه فى العروض الشمالية ، من مثل هذا التعداد النجومى وجد أن الشمس تقع على بعد حوالى ١٥ بارسك شمال مستوى المجره . كذلك لا توجد الشمس فى مركز المجره ولا حتى بالقرب منه وإنما بعيدا إلى الخارج . ومن التوزيع الظاهرى للأجسام المختلفة فى مجرة الطريق اللبنى ينتج أن مسافة الشمس تبلغ حوالى ١٠ ٠٠٠ بارسك من مركز المجره .



٤ توزيع كل من الحشود المجرية الحديثة ومناطق HII حول الشمس .

الأذرع الحلزونيه : إمكن من دراسة توزيع مناطق الهيدروجين المتأين (مناطق HII) وتجمعات O والحشود المفتوحه الصبيه وكذلك نجوم النوعين المتقدمين O ، B إستنتاج تركيب دقيق بالقرب من الشمس يجعلنا نعتقد بوجود أذرع حلزونيه . وتتميز الأذرع الحلزونيه ، كما يتضح من أرصاد المجموعات النجوميه الخارجيه أساسا بكثرة مادة ما بين النجوم وكل من نجوم O ، B وتجمعات O والحشود النجمية المفتوحة . لقد ظل من الصعب الحصول على دليل قاطع على وجود الأذرع الحلزونيه إلى أن أصبح ذلك ممكنا على أساس الأرصاد فى الطول الموجى الراديوى ٢١ سم . ويوضح شكل ٥ نتائج هذه الدراسات ، وفيه تتضح أماكن الأذرع ، كما تنتج من توزيع مناطق HI . من الجدير بالذكر أنه أمكن تتبع الأذرع حتى بعد ١٨٠٠٠ بارسك من الشمس ويحتمل أن لا تكون الشمس واقعه مباشرة فى أحد الأذرع الحلزونيه ، وإنما على حافة أحد الفروع الواصله بين ذراعين متجاورين (أعتبر هذا الفرع دائما حتى الآن على أنه ذراع خاص سمى بذراع الجبار وذلك بإسم ما يوجد به من تجمعات O التى تُرى فى برج الجبار) . والذراع الذى يلى ذلك إلى الخارج يبعد حوالى ٢٠٠٠ بارسك ويسمى بذراع فرساوس ثم يليه ذراع



٥ التركيب اللولبى لسكة التبانة كما تم استنتاجه من الأرصاد الراديوية .

القوس . ويصل بين هذين الذراعين الفرع الذى يوجد به الشمس . ويتضح أيضا من الأرصاد الراديويه أن الأذرع اللولبيه ليست دائمًا فى مستوى المجره بل ترتفع بأجزاء قد تكون كبيره عند نهايتها فوق هذا المستوى . ونستنتج من دوران مجرة الطريق اللبنى أن مجموعتنا النجومية تتحرك على شكل عجله ناريه (الشكل ← المجموعات النجوميه) ، أى أن النواه تجر خلفها الأذرع الحلزونيه .

يرجع السبب فى إمكانية إثبات التركيب الحلزونى بمساعدة الخط الراديوى ٢١ سم المنبعث من ذرات الهيدروجين المتعادله أولا إلى أن مناطق HI التى تبعث بهذا الإشعاع تنتمى إلى التركيب الحلزونى أى إلى مجموعة الطريق اللبنى ، وثانيا لأن الإشعاع الراديوى يمر بدون عائق تقريبا خلال غبار ما بين النجوم ، أى يمكن الرصد بواسطته فى المناطق التى لا تستطيع الأرصاد البصريه النفاذ فيها . وهناك ميزة أخرى وهى أن الأرصاد الراديوية تتم على خط طيفى بذاته يمكن عن طريقه تحديد السرعه الخطيه لمناطق HI بمساعدة ظاهرة دوبلر . وحتى يمكن حقيقه تحديد التركيب الحلزونى للمجره ، لابد ، بعد الأرصاد المناسبه ، من عمل نموذج لدوران الطريق اللبنى . فى هذا النموذج تأخذ كل نقطة سرعة خطية محددة بدقة بالنسبة للشمس . ومن السرعة الخطيه للخط ٢١ سم يمكن تحديد المكان الذى إنبعث منه هذا الخط . (يمكن إعتبار سرعات السحب المنفصله صغيرة بالنسبة للسرعة المتتظمة الناتجة من دوران الطريق اللبنى) . كذلك يمكن تحديد كثافة غاز الهيدروجين عند هذا المكان من شدة الإشعاع . إلا أن هذه الطريقه ليست واضحة الدلالة فى الجزء الداخلى من مجرة الطريق اللبنى ، وذلك نظرا لوجود نقطتين فى كل إتجاه لها نفس السرعة الخطيه . فى هذه الحالة تُستخدم خواص أخرى لتحديد المكان .

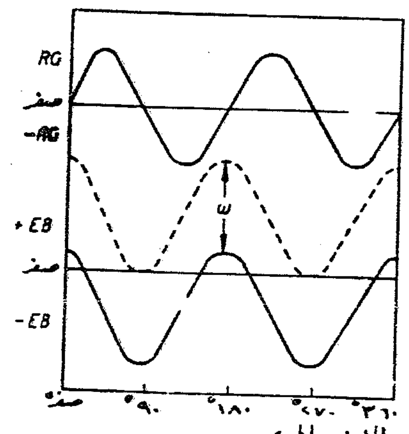
بالاضافة إلى الأذرع الحلزونيه السابق ذكرها فقد تم إكتشاف ذراع على بعد حوالى ٣٠٠٠ بارسك . ومما يميز ذراع الثلاث آلاف بارسك هذا أن ما فيه من مادة ما بين النجوم يجرى إلى الخارج بعيدا عن المركز بسرعة حوالى ٥٠ كم/ث . وتتراكم هذه السرعة الخطيه على سرعة دوران قدرها ٢٠٠ كم/ث تقريبا . والقطعة المقابلة لذراع الثلاث آلاف بارسك على الناحية الأخرى من مركز سكة التبانه لها سرعة تمدد تبلغ حوالى ١٠٠ كم/ث .

يصطدم التعليل النظرى للأذرع الحلزونيه بصعوبات ، إذ لابد من شرح كيفيه بقاء الأذرع الحلزونية لفترة طويلة على الأقل لمدة دورات عديده للنجوم حول مركز المجره ؛ فنتيجة للدوران التفاوتى (إنظر بعده) للطريق اللبنى وفى عدم وجود مؤثرات أخرى ، كان من الممكن أن يحدث مرة واحدة (بطريق الصدفه) تركيب حلزونى يتفكك تماما بعد وقت قصير. وقد ساد الاعتقاد قديما بأن مجال مغناطيسى موجود فى مادة ما بين النجوم هو المسئول عن الأذرع الحلزونيه . إلا أنه إتضح بعد ذلك أن شدة المجال أقل بكثير عما يلزم لذلك . والنظرية التى يمكن على أساسها تعليل الأذرع الحلزونيه لمجرة الطريق اللبنى تنطلق من فحص مجال الجاذبية على المستوى الكبير فى المجره . تبعا لتلك النظريه تجرى فى مستوى المجره موجه إضطرابيه فى مجال جاذبية الطريق اللبنى . والسرعة الزاوية لهذا الإضطراب أصغر من السرعة الزاويه للمادة التى تدور ، أى للنجوم والماده التى بينها . وتسبق المادة الدائره فى أثناء حركتها الموجة الاضطرابيه عاملة أولا على اسراعها ثم بعد ذلك على فرملتها الشئ الذى يؤدى إلى تخزين بالقرب من الإضطراب له شكل حلزونى مثل الإضطراب نفسه . وتزداد كثافة المادة غير النجمة فى منطقة التخزين مما يساعد على تكوين النجوم . إن أهم ما يميز الأذرع الحلزونيه هو كل من النجوم البعيده من الجمهرة الأولى المتطرفه والمادة الغير نجميه نفسها . وكما توضح النظرية أيضا فإن الإضطراب المذكور يبقى لفترة زمنيه

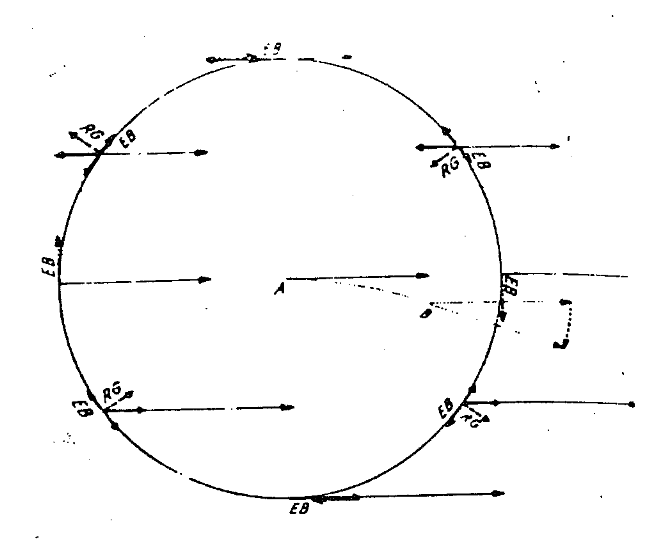
طويله فى الطريق اللبنى ، بحيث يمكن عن طريقه تفسير الأذرع الحلزونيه .

نواة مجموعة سكة التبانه : فى المناطق المركزيه من الطريق اللبنى تم رصد تجمع من الهيدروجين الغير نجمى المتعادل ، يبلغ قطره فى مستوى الطريق اللبنى حوالى ٦٠٠ بارسك ، ويدور بسرعة عاليه ، تصل عند الحافه إلى حوالى ٢٠٠ كم/ث . فى هذا الهيدروجين المتعادل توجد مناطق هيدروجين متأين متناثرة . علاوة على ذلك توجد مناطق تتميز بإمتصاص عال لخطوط OH الغير نجميه . وفى مركز قرص الهيدروجين المتعادل يوجد المنبع الراديوى الشديد القوس والرامى -A ، الذى يُعتبر مكانه مركزا لمجموعة سكة التبانه . بالاضافة إلى ذلك تم رصد نبع تحت أحمر مضغوط جدا ويقدر قطره بحوالى ١٠ بارسك . ويوجد فى مركز هذا النبع نواة لامعه قطرها حوالى ١٫٥ بارسك فقط . ويسود الزعم بأن النبع تحت الأحمر عباره عن تجمع من النجوم تقدر كتلته بحوالى ٣٠ مليون مره قدر كتلة الشمس . لو صحّ ذلك فإن المنطقه المركزيه للطريق اللبنى يكون لها تركيب مماثل لسديم المرأه المسلسله الذى يوجد به تركيز كبير من النجوم فى المركز .

الدوران : تدور نجوم سكة التبانه فى حركة منتظمة حول مركز المجموعة ونستنتج سرعة دوران النجوم وإعتماد هذه السرعه على البعد من مركز المجموعة من الدراسات الإحصائيه لظروف حركة النجوم فى الطريق اللبنى . وقد إتضح بالنسبه لنجوم المنطقة القريبه من الشمس أن كلا من الحركات الذاتيه والسرعات الخطيه ، الغير متأثرتين بحركة الشمس الشاذه تتغيران مع الطول المجرى . فإذا ما رسمنا السرعات الخطيه والحركات الذاتيه مع الطول فإننا نحصل على موجة مزدوجه . فى إتجاه مركز المجره والإتجاه المضاد له وكذلك فى الإتجاهين العموديين عليهما نجد أن السرعات الخطيه صفر . وبين هذه الاتجاهات تتغير السرعات بين قيم صغرى وقيم قصوى . ونفس الشئ تعكسه الحركة الذاتية ، لكننا نجد فقط أن القيم القصوى مزاحة بمقدار ٤٥° وأن المنحنى ليس منتظما بالنسبه للصفر ، حيث تغلب القيم السالبه ، أى أن الحركة الذاتيه تسير أساسا فى إتجاه الطول المجرى الصغير . يرجع السبب فى هذه الموجة المزدوجه إلى الدوران التفاوتى للطريق اللبنى . فمثل ما هو الحال فى مجموعة الكواكب نجد أن الأجسام الخارجيه تدور حول الجسم الرئيسى ، الذى هو هنا عبارة عن نواة سكة التبانه ، وذلك بسرعات أقل عن سرعات الأجسام الموجوده إلى الداخل . أى أن السرعة الزاويه فى كل المجموعة تقل مع زيادة البعد عن المركز . ولو أن الدوران عباره عن دوران جسم صلب ، كعجله عربه مثلا ، لكانت السرعة الزاوية ثابته فى كل المجموعة ، فى الشكل ٧ نرى ، بالنسبه لثمان نجوم موجوده فى المنطقه القريبه من الشمس ، سرعة الدوران مرسومة بأقواس رفيعه . وحتى يمكن المقارنه بالأرصاد لابد أن ننسب هذه الحركات إلى الشمس ، التى يفترض أنها ثابته ، أى لابد من إستخراج حركة الشمس (بالمُوَجهات) من حركات النجوم . والنتيجه هى الأقواس الثقيله فى الرسم ،



٦ الشكل الموجى المزدوج للسرعة الخطية RG والحركة الخاصة EB . فى المنحنى المشرط لم يتم أخذ السرعة الزاوية ω للشمس حول مركز المجرة فى الاعتبار .



٧ تأثير الدوران التفاوق لسكة التبانة على الحركة الخاصة EB والسرعة الخطية RG للنجوم فى المنطقة القريبة من الشمس .

التى حُللت إلى مركبتيها : السرعات الخطيه (فى إتجاه الشمس) والحركة الذاتيه (عمودية على ذلك) . ومن السرعات الخطيه نرى الموجة المزدوجه بأصفارها الأربعة فى الإتجاهات المدرجه وكذلك القيم الصغرى التى بينها . ولا يمكن حتى الآن مقارنة الحركة الذاتية مباشرة بمنحنى الشكل ٦ ، وذلك لأن الحركة الذاتية أعتبرت حتى الآن خطيه . فى أثناء دوران الشمس حول مركز المجره يحدث دوران لنظام الإحداثيات الذى ننسب إليه الموجة المزدوجه لأنه لابد أن تشير أحد الإحداثيات إلى مركز المجره . يظهر دوران الإحداثيات هذا فى الأرصاد خلال حركة ذاتية إضافية فى الإتجاه السالب (السهم ثقيل التنقيط) . وإذا ما طرحنا الحركة الاضافيه ، التى تمثلها حركة الشمس حول مركز المجره من مركبة الحركة الذاتيه الناشئه من الدوران التفاوتى فإننا نحصل بذلك على الحركة الذاتيه الباقيه تماما كما هى فى منحنى الشكل ٦ . يمكن إعطاء العلاقة بين السرعة الخطيه RG والحركة الذاتية EB على الطول المجرى ℓ للنجم المصدر وكذلك على بعده من الشمس فى الصوره .

RG = A. r. SM 2l

EB = A. r. cos 2l + B. r

حيث

A = ١٥ كم/ث . ك بارسك^-١ ، B = ـ ١٠ كم/ث . ك بارسك^-١ .

(EB هى مركبة الحركة الذاتيه فى إتجاه الطول المجرى ، فى حالة العرض المجرى للنجم صفر) بمساعدة معادلات الدوران المحليه يمكن تعين أبعاد الأجسام من السرعات الخطيه أو الحركات الذاتيه المرصوده تستعمل هذه الطريقه على سبيل المثال فى تحديد مسافات مناطق HI وكذلك فى إستنتاج التركيب الحلزونى لأن الماده الغير نجميه تشارك أيضا فى الدوران العام للطريق اللبنى .

من دراسات العلاقة بين الحركة الذاتيه للنجوم مع الطول المجرى يمكن تعيين السرعة الزاوية للشمس أثناء حركتها حول نواة المجموعة ومنها ومن مسافة الشمس عن مركز الطريق اللبنى نستنتج السرعة الخطيه للشمس . وتقدر السرعه الخطيه للشمس بحوالى ٢٥٠ كم/ث . كذلك فإنه يمكننا الحصول على الوقت الذى تحتاجه الشمس لعمل دوره حول المجموعة وهو حوالى ٢٥٠ مليون سنه .

من الفترة الزمنيه لدوران الشمس حول مركز الطريق اللبنى يمكننا عن طريق قانون كبلر الثالث تحديد الكتله على وجه التقريب ، الموجوده داخل مركزها هو مركز مجموعة الطريق اللبنى ولها نصف قطر يساوى البعد بين المركز والشمس . يوجد الجزء الرئيسى لهذه الماده فى نواة المجموعة . وبالنسبة للكتله الكليه للمجموعة فإننا نستنتج حوالى ٢٣٠ بليون مجموعة شمسيه منها ٢٠٪ مادة غير نجميه ، كما يتضح من الأرصاد الراديويه فى الطول الموجى ٢١ سم لغاز الهيدروجين المتعادل . وتبلغ الكثافة المتوسطة حول الشمس حوالى ١٥ر٠ تقريبا قدر كتلة الشمس لكل بارسك مكعب أو ١٠^-٢٣ جم/ سم^٣ .

حركات الحشود النجوميه المنفرده : تتراكم حركة الدوران العامه حول مجموعة سكة التبانه فوق

الحركات الفرديه (الحركات الشاذه) للنجوم بذاتها أو للمجموعات النجوميه . فعلى سبيل المثال نجد أن للشمس سرعة شاذه بالنسبه للمجموعة المحيطه بها من النجوم . ونحس بذلك من أن النجوم جميعا لها سرعة ذاتيه إتجاهها معاكس لاتجاه مستقر الشمس لكن لها نفس القيمة الظاهريه . وفى الإتجاه المضاد للرأس نجد أن للسرعة الخطيه حدين قصويين (ولكن بإشارات مختلفة) بينما تصبح قيمة الحركة الذاتيه صفر . يظهر ذلك كما لو كانت جميع النجوم قادمة من الرأس ومارة فى سبحها بالشمس . وتعتمد قيمة السرعة التى تتحرك بها الشمس على النجوم المختاره لهذا الغرض . فإذا ما أخذنا فى الأعتبار كل النجوم حتى اللمعان الظاهرى من القدر ١٢ ، لتقاربت الشمس بسرعة قدرها ١٩ر٥ كم/ث فى إتجاه النجم إكزاى الجاثى . كما أن مدار الشمس يميل بحوالى ٢٢° على مستوى الطريق اللبنى . أما إذا كنا بصدد تعين السرعة الشاذه للشمس بالنسبه لمجموعة أخرى من النجوم ، وأخذنا على سبيل المثال نجوما لها نفس النوع الطيفى ، لحصلنا على قيما أخرى لسرعة وإتجاه حركة الشمس . إن ذلك لا يمكن أن يكون راجعا لحركة الشمس لأن هذه الحركة محدده فى الفضاء بدرجة واضحة الدلاله . ويمكن أن يكون السبب فى ذلك فقط راجعا إلى أن النجوم ذات الخصائص الطبيعيه الواحده تتحرك شبيه ببعضها البعض ولكنها تختلف فى حركتها عن أنواع النجوم الأخرى من هنا فإن مجموعات النجوم المختلفة تدور حول مركز الطريق اللبنى بسرعات متفاوته . ولنجوم الهالة سرعات أكبر بالنسبه للشمس ، فعلى سبيل المثال تتحرك الحشود الكرويه بسرعات حوالى ٢٠٠ كم/ث ؛ تحت الأقزام ١٥٣ كم/ث ؛ RR السلياق ١٣٠ كم/ث . وتأتى هذه السرعات النسبيه العاليه من أن الشمس تدور حول مركز المجره أسرع من تلك النجوم ؛ أى أن النجوم المذكوره تتباعد خلف الشمس . وأصغر سرعة بالنسبة للشمس هى لنجوم الأنواع الطيفيه المتقدمه من أمثال نجوم **BO** حتى **B5** التى تتحرك بسرعة حوالى ٢٠ كم/ث ؛ و **B8** حتى **A2** التى تتحرك بسرعة حوالى ١٦ كم/ث . ويرجع عدم تساوى السرعات فى الفضاء إلى أن المجموعات المختلفه من النجوم نشأت فى أوقات مختلفه فى الطريق اللبنى ، وأن السرعات لم تتساوى بعد حتى الآن .

إذا ما درسنا إتجاه حركة النجوم لأتضح وجود إتجاهات مفضلة نحصل عليها عندما نرسم من نقطة ما موجهات تعطى إتجاهات حركة النجوم كما تبين أطوالها نسبه ما يتحرك فى هذا الاتجاه من نجوم . فى حالة تساوى توزيع الإتجاهات فإننا نحصل على كره كحدود لنقط الموجهات .

وفى الحقيقة فإننا نحصل على مجسم سرعة يشير المحور الأكبر فيه إلى إتجاه مركز المجره والإتجاه المضاد لذلك . ومن بين النجوم القريبة من الشمس تتحرك نجوم أكثر فى إتجاه المركز والإتجاه المضاد عما يتحرك من نجوم فى الإتجاه العمودى على الإتجاه الأول (النسبة ٢ : ١ تقريبا) ، والجزء القليل جدا من النجوم يتحرك إلى خارج مستوى المجره . وهذا الجزء الأخير سهل الفهم إذ أن النجوم يتم إجتذابها بواسطة المجال الشديد لجاذبية المادة المتمركزه فى مستوى المجره . أما الاتجاهات المفضله ناحية المركز والناحيه المضاده فيمكن تعليلها بأن النجوم لا تتحرك فى مدارات كرويه دائما وإنما قطاعات ناقصه وبذلك فإن الإحتمال كبير أن يكون لها مركبة فى إتجاه المركز أو الإتجاه المضاد له .

يحتمل وجود مجال مغناطيسى على المستوى الكبير فى مجموعة سكة التبانه ، تسير خطوطه أساسا ، بغض النظر عن عدم تجانسات محليه ، موازية للأذرع الحلزونيه . وشدة هذا المجال ليست كبيره وتقدر ببضع 10^{-6} جاوس ، إلا أنها كافية لتوجيه الجسيمات الترابيه من مادة ما بين النجوم وكذلك للإحتفاظ بجسيمات الأشعة الكونية منخفضة الطاقة فى المجره . ولا يزال الدور الذى يلعبه المجال المغناطيسى فى ديناميكيه الغاز